

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ В КАНАЛЕ  
С ПРОФИЛИРОВАННЫМ ОТВОДОМ ДЛЯ ШИРОКОГО ДИАПАЗОНА  
ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРОВ**

**NUMERICAL SIMULATION OF FLOW IN A CHANNEL WITH A  
PROFIED VENTILATION ELBOW FOR A WIDE RANGE OF IT SIZES**

Беляева Е. Э., Зиганшин А. М.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Казань, amziganshin@kgasu.ru

Belyaeva E. E., Ziganshin A. M.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan

**Аннотация:** Работа посвящена численному моделированию течения воздуха в двухмерном канале с профилированным отводом под углом  $90^\circ$  при различных соотношениях размеров канала. Показано снижение потерь давления в представленном усовершенствованном отводе.

**Abstract:** Presented the results of numerical simulation of air flow in a 2D channel with the profiled ventilation elbow at an angle of  $90^\circ$  with different ratios of channel sizes. It is shown decrease of pressure losses in the improved ventilation elbow.

**Ключевые слова:** профилирование; усовершенствованный отвод; *Fluent*; коэффициент местного сопротивления; потери давления.

**Key words:** profiling; improved ventilation elbow; *Fluent*; local resistance coefficient; pressure losses.

При конструировании и расчете систем вентиляции и кондиционирования зданий важным вопросом является расчет потерь давления, возникающих из-за трения и из-за перестройки потока в возмущающих элементах (ВЭ). Снижение сопротивления элементов инженерных сетей, в которых наблюдается наибольшее падение давления, является актуальной задачей энерго- и ресурсосбережения.

Одним из самых действенных способов снижения потерь давления является совершенствование фасонных деталей. В настоящее время существует немало работ, посвященных профилированию ВЭ, с использованием численных методов [1, 2].

В работе с помощью комплекса вычислительной гидродинамики *Fluent* решается ряд задач о течении воздуха в канале с профилированным «острым отводом» под углом  $90^\circ$  (рис. 1) для различных соотношений  $b_1/b_0$ . Размеры канала изменяются от 0,1м до 0,2м для  $b_0$ , от 0,06м до 0,4м для  $b_1$  и от 0,1 до  $\infty$  (двухмерная задача) для  $a_0$ . Входная граница *ABCD* моделируется при помощи

граничного условия (ГУ) “*velocity inlet*” – задающее равномерный профиль скорости  $v = 10$  м/с; на выходной границе  $EFGH$  – избыточное давление равно нулю, остальные границы – твердая стенка.

В качестве модели турбулентности выбрана «стандартная»  $k$ - $\epsilon$  модель со стандартными пристеночными функциями, поскольку наиболее адекватно воспроизводит исследуемое явление [3]. Для избавления от сеточной зависимости при решении каждого варианта задачи производилось последовательное измельчение сетки с определением коэффициента местного сопротивления (КМС) на каждом этапе. К примеру, в задаче с профилированным отводом при  $b_1/b_0 = 2$  и  $a_0/b_0 = 4$ , у первоначальной сетки, размер ячеек составлял  $5,18 \cdot 10^{-3}$  м., а их количество –  $7,78 \cdot 10^5$  шт. После ряда измельчений, сетка, принятая как окончательная имела: размер ячеек –  $5,71 \cdot 10^{-4}$  м. и их количество –  $1,08 \cdot 10^8$  шт.

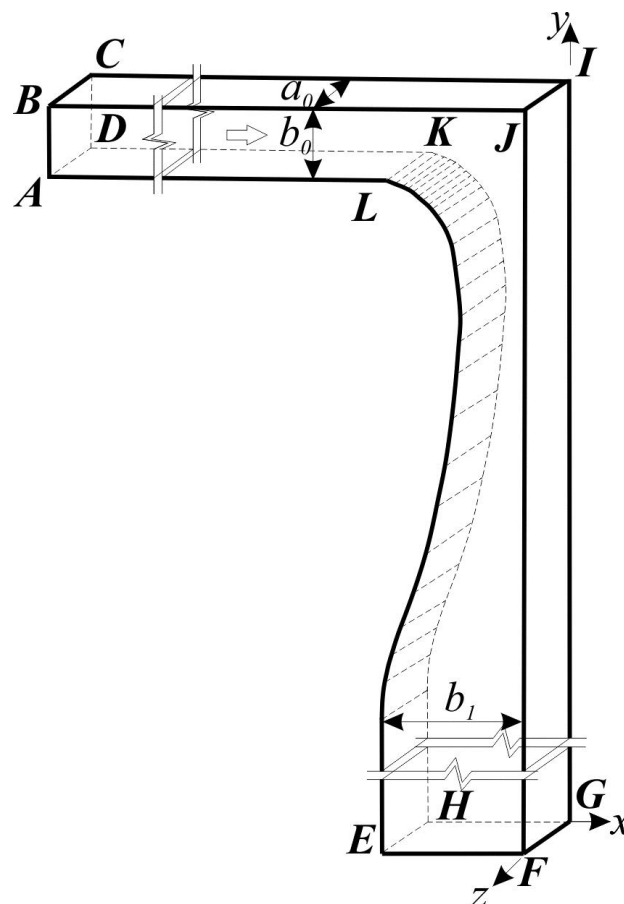


Рис. 1. Геометрия расчетной области (для случая  $b_1/b_0=2$  и  $a_0/b_0=4$ )

Ранее, авторами было проведено исследование непрофилированного отвода [4], где были определены очертания вихревых зон (ВЗ) при широком изменении геометрических размеров. Используя эти данные, в работе были построены модели профилированных фасонных элементов. Ясно, что очертания ВЗ в трехмерном остром отводе отличаются от двухмерного случая, и поэтому такое профилирование приведет к меньшему эффекту по снижению КМС. Однако, во-первых определение таких очертаний в двухмерной постановке более

простая задача, чем при трехмерном моделировании и во-вторых: конструктивно исполнение такого профилирования также является более простым.

По результатам проведенного исследования построен график зависимости КМС от  $b_1/b_0$  (рис. 2). Здесь для сравнения также приведена зависимость КМС от  $b_1/b_0$  для непрофилированного отвода одной глубины –  $a_0/b_0 = 1$  построенная по данным численного расчета [4] и по известным данным [5]. Видно, что чем меньше отношение  $b_1/b_0$ , тем больше отличие результатов численного моделирования от экспериментов, этот факт требует дополнительного исследования.

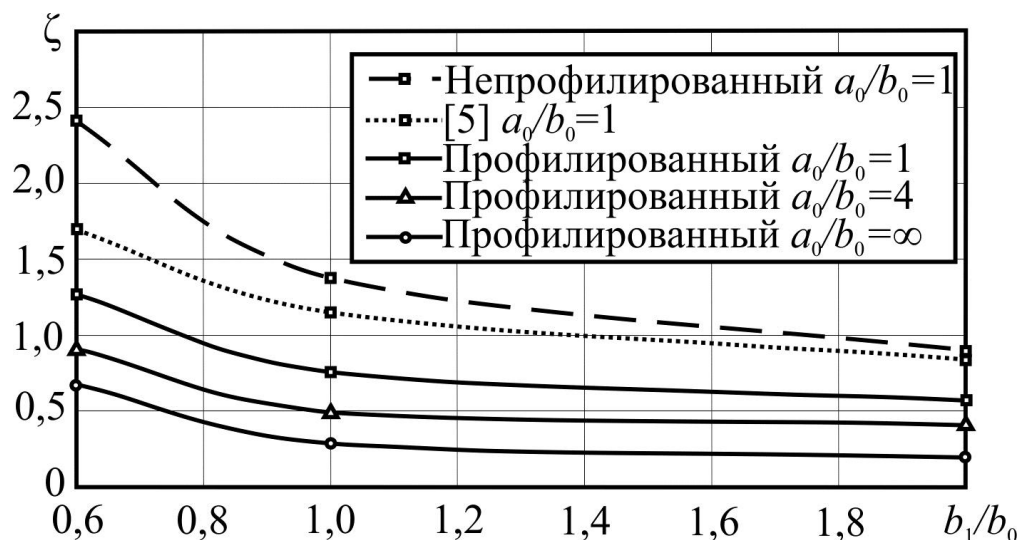


Рис. 2. Зависимость КМС от соотношения размеров  $b_1/b_0$  в профилированном отводе

Также из (рис. 2), кроме заметного снижения КМС (до 64 %), видна нелинейная зависимость  $\zeta(b_1/b_0)$ , поэтому в дальнейшем планируется исследовать отвод для более широкого диапазона изменения соотношения  $b_1/b_0$ .

#### Список использованных источников

1. Зиганшин А.М. Снижение энергозатрат при движении потоков путем профилирования фасонных частей в коммуникациях энергоустановок // Надежность и безопасность энергетики. 2015. №1(28) С. 63-68.
2. Посохин В.Н., Зиганшин А.М., Самиева А.Ж., Минязова Р.И. Численное моделирование течения в канале с профилированным сужением // Строительная физика. Системы обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях. Международная конференция – академические чтения. М. 2-4 июля 2014. С.126-128.
3. Беляева Е.Э., Зиганшин А.М. Численное определение сопротивления плоского отвода для широкого диапазона изменения размеров. Материалы III международной конференции (IX Всероссийской конференции) «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции «НАСКР – 2016» 23-24 ноября. Чебоксары: ЧувГУ, 2016.
4. Беляева Е. Э., Зиганшин А. М. Численное моделирование течения в канале с острым отводом для широкого диапазона изменения размеров //

Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в промышленности: образование, наука и производство» 16 декабря. Стерлитамак: УГНТУ, 2016.

5. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М. О. Штейнберга. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 672 с.

УДК 624.9

## **АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ, РЕАЛИЗУЕМЫХ ЗАСТРОЙЩИКАМИ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА (ПО СОСТОЯНИЮ НА ОКТЯБРЬ 2016)**

### **RESEARCH OF ENERGY-EFFICIENT ACTIONS, MADE BY DEVELOPERS IN EKATERINBURG (BY OCTOBER 2016)**

Белякова Е. В., Рыжова О. О.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,  
lizabelyakova11@gmail.com, o.o.ryzhova@mail.ru

Печёнкин А. Ю., Смирнов Л. Н., Першинова Л. Н.

Уральский государственный архитектурно-художественный университет,  
г. Екатеринбург, pn1@yandex.ru, lsmirnov@bk.ru, ludmilaugaha@gmail.com

Belyakova E. V., Ryzhova O. O.,

Ural Federal University, Ekaterinburg

Pechenkin A. Yu., Smirnov L. N., Pershinova L. N.

Ural State University of Architecture and Art, Ekaterinburg

**Аннотация:** Данная работа выполнена на основании исследования, проведенного студентами УрГАХУ и УрФУ в период с 01.09.2016 по 31.10.2016, в рамках учебного курса УрГАХУ «Энергосбережение в архитектуре», в котором приняло участие более 70 студентов и 15 строительных компаний. В статье описаны результаты исследования и комплексного анализа энергоэффективных мероприятий, реализуемых застройщиками в г. Екатеринбурге, а также приведено сравнение местных энергоэффективных жилых комплексов с передовыми зарубежными аналогами. Предложены прогнозы и рекомендации для развития в сфере энергоэффективной недвижимости.

**Abstract:** This article is a result of a research by USUAA and UrFU students during the period from 01.09.2016 to 31.10.2016 in research more than 70 students and 15 building companies had participated. In the research, information about energy saving measures in business and dwelling buildings in Ekaterinburg was collected and analyzed. The article describes developers' energy saving measures and compares